



全国交通土建高职高专规划教材

路基路面病害处治

Luji Lumian Binghai Chuzhi

王进思 程海潜 主编
马之新 [河南省交通运输厅] 主审



人民交通出版社
China Communications Press

全国交通土建高职高专规划教材

路基路面病害处治

Luji Lumian Binghai Chuzhi

王进思 程海潜 主编

马之新[河南省交通运输厅] 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为全国交通土建高职高专规划教材。全书共分9章,分别为:绪论、高填方路堤病害处治、路基不均匀沉降病害处治、路基边坡病害处治、软土地基路基病害处治、其他特殊地质环境路基病害处治、水泥混凝土路面病害处治、沥青路面病害处治、农村公路病害处治。

本书可供道路桥梁工程技术、高等级公路维护与管理等专业教学使用,也可供从事公路设计、施工、养护和管理的相关人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

路基路面病害处治/王进思,程海潜主编. —北京:
人民交通出版社,2010.5

ISBN 978-7-114-08366-2

I. ①路… II. ①王… ②程… III. ①公路路基-灾
害-防治-高等学校:技术学校-教材②路面-灾害-防
治-高等学校:技术学校-教材 IV. ①U416

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第065091号

全国交通土建高职高专规划教材

书 名:路基路面病害处治

著 作 者:王进思 程海潜

责任编辑:卢仲贤 黎小东

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:15.5

字 数:376千

版 次:2010年5月 第1版

印 次:2010年5月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08366-2

印 数:0001~3000册

定 价:32.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会

主任委员 张洪滨(吉林交通职业技术学院)

副主任委员 (按姓氏笔画为序)

田 平(河北交通职业技术学院)

刘建明(青海交通职业技术学院)

李加林(广东交通职业技术学院)

陆春其(江苏省无锡交通高等职业技术学校)

钟建民(山西交通职业技术学院)

郭发忠(浙江交通职业技术学院)

刘 志(贵州交通职业技术学院)

陈方晔(湖北交通职业技术学院)

李全文(四川交通职业技术学院)

张润虎(贵州交通职业技术学院)

俞高明(安徽交通职业技术学院)

彭富强(湖南交通职业技术学院)

委 员 (按姓氏笔画为序)

王丰胜(安徽交通职业技术学院)

王连威(吉林交通职业技术学院)

王常才(安徽交通职业技术学院)

孙元桃(宁夏交通学校)

刘福明(南昌工程学院)

杨 平(四川交通职业技术学院)

付清华(甘肃交通职业技术学院)

张保成(内蒙古大学交通学院)

杨晓丰(黑龙江工程学院)

吴继锋(江西交通职业技术学院)

周传林(南京交通职业技术学院)

周志坚(福建交通职业技术学院)

易 操(湖北城市建设职业技术学院)

赵树青(山东交通职业学院)

晏 杉(云南交通职业技术学院)

夏连学(河南交通职业技术学院)

梁金江(广西交通职业技术学院)

程兴新(陕西省交通厅交通工程定额站)

谢远光(重庆交通职业技术学院)

薛安顺(陕西交通职业技术学院)

王 彤(辽宁交通高等专科学校)

王海春(青海交通职业技术学院)

王穗平(河南交通职业技术学院)

刘孟良(湖南城建职业技术学院)

李中秋(河北交通职业技术学院)

李仕东(鲁东大学交通学院)

沈建康(徐州建筑职业技术学院)

张美珍(山西交通职业技术学院)

张铁成(广东同望科技股份有限公司)

阿巴克力(维)(新疆交通职业技术学院)

金仲秋(浙江交通职业技术学院)

金 桃(贵州交通职业技术学院)

姚 丽(辽宁交通高等专科学校)

高占云(呼和浩特职业学院)

郭秀芹(山东省公路高级技工学校)

栗振锋(太原科技大学)

曹雪梅(四川交通职业技术学院)

彭 芳(内蒙古河套大学)

裴俊华(甘肃林业职业技术学院)

朱小辉(内蒙古交通职业技术学院)

秘 书 长 卢仲贤(人民交通出版社)

总 序

针对高职高专教材建设与发展问题,教育部在《关于加强高职高专教材建设的若干意见》中明确指出:先用2至3年时间,解决好高职高专教材的有无问题。再用2至3年时间,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材,形成**一纲多本、优化配套**的高职高专教育教材体系。

2001年7月,由人民交通出版社发起组织,15所交通高职院校的路桥系主任和骨干教师相聚昆明,研讨交通土建高职高专教材的建设规划,提出了28种高职高专教材的编写与出版计划。后在交通部科教司路桥工程学科委员会的具体指导下,在人民交通出版社精心安排、精心组织下,于2002年7月前完成了28种路桥专业高职高专教材出版工作。

这套教材的出版发行,首先解决了交通高职教育教材的有无问题,有力支持了路桥专业高职教育的顺利发展,也受到了全国各高职院校的普遍欢迎。

随着高职教育教学改革的深入发展、高职教学经验的丰富与积累,以及本行业有关技术标准、规范的更新,本套教材在使用了2至3轮的基础上,对教材适时进行修订是十分必要的,时机也是成熟的。

2004年8月,人民交通出版社在新疆乌鲁木齐召开了有19所交通高职院校领导、系主任、骨干教师共41人参加的教材修订研讨会。会议商定了本套教材修订的基本原则、方法和具体要求。会议决定本套教材更名为“交通土建高职高专统编教材”,并成立了以吉林交通职业技术学院张洪滨为主任委员的“交通土建高职高专统编教材编审委员会”,全面负责本套教材的修订与后续补充教材的建设工作。

2005年6月,编委会在长春召开了同属交通土建大类、与路桥专业链接紧密的“工程监理专业、工程造价专业、高等级公路维护与管理专业”主干课程教材研讨会,正式规划和启动了这三个专业教材的编写出版工作。

2005年12月,教育部高等教育司发布了“关于申报普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”选题的通知(教高司函[2005]195号),人民交通出版社积极推荐本套教材参加了“十一五”国家级规划教材选题的评选。

2006年6月,经教育部组织专家评选、网上公示,本套教材中有十五种入选为“十一五”国家级规划教材,2008年1月,又有六种教材在“十一五”国家级规划教材补报中列选,共计21种,标志着广大参与本套教材编写的教师的辛勤劳动得到了社会的认可、本套教材的编写质量得到了社会的认同。

2006年7月,交通土建高职高专统编教材编审委员会及时在银川召开会议,有24所各省区交通高职院校或开办有交通土建类专业的高等学校系部主任、专业带头人、骨干教师以及人民交通出版社领导共39位代表出席了本次会议。会议就全面落实教育部“十一五”国家级规划教材的编写工作进行了研讨。与会代表一致认为必须以入选的十五种国家级规划教材为基本标准,进一步全面提升本套教材的编写质量,编审委员会将严格按照国家级规划教材的要求审稿把关,并决定本套教材更名为“**全国交通土建高职高专规划教材**”,原编委会相应更名为“**全国交通土建高职高专规划教材编审委员会**”。以期在全国绝大多数交通高职院校和开办有交通土建类专业的高等院校的参与、统筹、规划下,本套教材中有更多的进入“十一五”国家

级规划教材行列。

2007年5月,编委会在湖南长沙召开工作会议,就“十一五”国家级规划教材主参编人员的确定和教材的编写原则作出了具体安排,全面启动“十一五”国家级规划教材的编写与出版工作。

2008年4月,编委会在广东珠海召开工作会议,研讨了“工学结合”高职高专教材编写思路,决定在“十一五”国家级规划教材编写过程中,注重高职教学改革新方向,注重工程实践经验的引入,倡导“工学结合”。

本套高职高专规划教材具有以下特色:

——顺应交通高职院校人才培养模式和教学内容体系改革的要求,按照专业培养目标,进一步加强教材内容的针对性和实用性,适应学制转变,合理精简和完善内容,调整教材体系,贴近模块式教学的要求;

——实施开放式的教材编审模式,聘请高等院校知名教授和生产一线专家直接介入教材的编审工作,更加有利于对教材基本理论的严格把关,有利于反映科研生产一线的最新技术,也使得技能培训与实际密切结合;

——全面反映2003年以来的公路工程行业已颁布实施的新标准、规范;

——服务于师生、服务于教学,重点突出,逐章均配有思考题或习题,并给出本教材的参考教学大纲;

——注重学生基本素质、基本能力的培养,教材从内容上、形式上力求更加贴近实际;

——为加强学生的实际动手能力,针对《工程测量》、《道路建筑材料》等课程,本套教材特别配套有实训类辅导教材;

——为方便教学,本套教材配套有《道路工程制图多媒体教材》、《公路工程试验实训多媒体教材》、《路基路面施工与养护技术多媒体教材》、《桥涵设计多媒体教材》、《桥涵施工技术多媒体教材》、《现代道路测量仪器与技术多媒体教材》等。

本套教材的出版与修订再版,始终得到了交通部科教司路桥工程学科委员会和全国交通职路桥专业委员会的指导与支持,凝聚了交通行业专家、教师群体的智慧和辛勤劳动。愿我们共同向精品教材的目标持续努力。

向所有关心、支持本套教材编写出版的各级领导、专家、教师、同学和朋友们致以敬意和谢意。

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会

人民交通出版社

2008年5月

前 言

公路病害处治是公路养护工作的重要内容,围绕该内容开设的专业理论课,是高等等级公路维护与管理专业的必修课程。但多年以来,没有一本专门适应高职院校教学需要且同时涵盖路基、路面病害处治内容的教材。因此,我们参考最新公路养护规范、相关文献,借鉴国内外成果并结合教学实践,编写了本教材。

本教材以《公路养护技术规范》及各专项养护规范、规程为标准,共分九章讲述了高填方路堤、路基边坡、软土等特殊地区路基、水泥混凝土路面、沥青路面和农村公路的病害及处治措施,旨在使学生系统掌握基本概念和理论,内容力求全面详实;同时,为适应本专业学生毕业后工作实际需要,本教材还介绍了目前路基路面病害处治的新工艺与新方法,并提供了部分病害处治案例供教学参考。

本教材第一、五、七章由湖北交通职业技术学院王进思编写;第二、三章由四川交通职业技术学院聂忠权编写;第四章由贵州交通职业技术学院王新华编写;第六、八章由湖北交通职业技术学院程海潜编写;第九章由湖北交通职业技术学院陈方晔编写。全书由王进思、程海潜担任主编。

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会特邀河南省交通运输厅公路局马之新(教授级高级工程师)担任本教材主审。马教授认真审阅了本教材,并提出了很多修改建议,在此表示感谢。

本教材在编写过程中,参考并引用了附于书末的参考文献中作者的部分成果,长沙理工大学关宏信老师提供了大力的支持与帮助,并得到了人民交通出版社卢仲贤主任的精心指导,在此一并致以诚挚谢意。

由于编者水平和实际经验有限,书中不足和错漏之处在所难免,诚挚希望使用本教材的老师和广大读者提出宝贵修改意见,以便再版时修改和完善。

编 者
2010 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 我国公路发展现状	1
第二节 路基路面常见病害	1
第三节 路基路面病害处治技术发展趋势	3
第二章 高填方路堤病害处治	6
第一节 高填方路堤病害类型	6
第二节 高填方路堤病害成因	8
第三节 高填方路堤病害处治措施	9
第三章 路基不均匀沉降病害处治	23
第一节 路基横向不均匀沉降病害类型及处治措施	23
第二节 路基纵向不均匀沉降病害类型及处治措施	40
第四章 路基边坡病害处治	66
第一节 路基边坡病害类型	66
第二节 路基边坡病害成因	70
第三节 路基边坡病害处治措施	72
第五章 软土地基路基病害处治	83
第一节 软土地基路基病害	83
第二节 浅层处治技术	87
第三节 竖向排水固结处治技术	92
第四节 粉喷桩加固技术	107
第五节 土工合成材料加固技术	111
第六章 其他特殊地质环境路基病害处治	115
第一节 膨胀土地区路基病害处治	115
第二节 黄土地地区路基病害处治	120
第三节 盐渍土地区路基病害处治	126
第四节 多年冻土地区路基病害处治	130
第五节 沙漠地区路基病害处治	134
第六节 山区公路路基病害处治	136
第七章 水泥混凝土路面病害处治	141
第一节 水泥混凝土路面病害类型及分级	141
第二节 水泥混凝土路面局部破损处治	144
第三节 水泥混凝土路面板下封堵	155
第四节 水泥混凝土路面表面功能恢复	161
第五节 水泥混凝土路面整修	164

第六节 水泥混凝土路面再生利用..... 167

第八章 沥青路面病害处治..... 178

第一节 沥青路面病害类型与分级..... 178

第二节 沥青路面裂缝病害处治..... 182

第三节 沥青路面车辙病害处治..... 188

第四节 沥青路面水损坏病害处治..... 197

第五节 沥青路面其他常见病害处治..... 201

第六节 沥青路面病害预防性处治..... 208

第七节 沥青路面再生利用..... 220

第九章 农村公路病害处治..... 226

第一节 农村公路路基病害处治..... 227

第二节 农村公路路面病害处治..... 228

参考教学大纲..... 233

参考文献..... 235

第一章 绪 论

第一节 我国公路发展现状

20 多年来,我国公路经过大规模建设,到 2007 年年底,公路通车总里程已增加到 370 多万公里,其中高速公路 6.5 万 km。近年来,农村公路建设方兴未艾,截至 2009 年年底,全国农村公路(含县道、乡道、村道)里程业已达到 330 多万公里,为推进社会主义新农村建设做出了贡献。

我国公路多年的快速发展,已经极大地缓解了公路运输对经济社会发展的“瓶颈”制约,但这种发展只是初步的、低水平的和不稳定的。公路网的结构矛盾,公路基础设施的数量不足和质量不高的矛盾,仍是公路建设发展的主要矛盾。公路网的里程在现有基础上,至少还需增加百万公里以上。只有保持一定的发展规模和建设速度,才能不断满足我国国民经济快速发展的需求。因此,交通运输部继续把加快发展作为第一要务,加快建成西部开发 8 条省际公路通道;重点建设高速公路网规划“7918 网”中的“五射两纵七横”共 14 条路线。“十一五”期间,新建和改造农村公路 120 万 km,全国所有具备条件的乡镇、建制村通公路,95% 以上的乡镇和 80% 以上的建制村通沥青(水泥)路。东、中部地区所有具备条件的建制村通沥青(水泥)路,西部地区基本实现具备条件的建制村通公路。

在巨大的建设成就和广阔的发展前景面前,我们要清醒地认识到:建设成就越大,养护任务越重。目前,1998 年前建成的高速公路全面进入大修期,按照 10 年一大修计算,每年就有 6 000 ~ 7 000 km 的高速公路需要大修,大修的规模达到甚至超过目前高速公路在建的规模。对于早期建成的普通公路,养护工作欠账较多,路基路面病害严重。而 1998 年加快建设后建成的大量公路也普遍进入维修养护期,路基塌陷、路面早期破损等问题不断出现。此外,过去大部分乡村道路尚未纳入养护里程。要服务好建设社会主义新农村,既要建好农村路,更要管好农村路。因此,公路养护机遇与挑战并存。

第二节 路基路面常见病害

对路基路面已出现的病害进行及时科学、合理、有效的处治,是公路养护工作的主要内容。

一、路基常见病害

1. 路基沉陷

路基沉陷是指路基表面在垂直方向产生较大的沉降。路基的沉陷可分为两种情况:一是路基本身的沉陷;二是由于路基下部天然地基承载能力不足,在路基自重作用下引起沉陷或向两侧挤出,引起路基下陷。

2. 边坡滑塌

路基边坡滑塌可分为溜方与滑坡两种情况。溜方是由于少量土体沿土质边坡向下滑动所

形成,指的是边坡上表面薄层土体下溜。滑坡指一部分土体在自重作用下沿某一滑动面滑动。

3. 石质边坡剥落

剥落指风化的石质路堑边坡,在外界环境因素,如降水、强风、振动等影响下,成片或块体剥落,严重时往往危及线路和行车安全。

4. 不良地质环境造成的路基病害

在软土、膨胀土、黄土、盐渍土、多年冻土、沙漠地区及山区等环境下,路基会出现各类特有的病害,须因地制宜地采取处治措施。

二、水泥混凝土路面常见病害

1. 面板断裂

水泥混凝土路面板出现贯穿全厚的断裂裂缝,板被分割成数块,从而破坏了面层结构的整体性,降低了路面结构的承载能力。按裂缝出现的方位和面板断裂的块数,可把断裂类病害分为:纵向裂缝、横向或斜向裂缝、角隅断裂、交叉裂缝和破碎板。

2. 路面起伏不平

有这类病害的路面出现较大的竖向位移(沉陷或胀起),影响行车的舒适和安全,但水泥混凝土路面板的结构整体性未遭破坏。沉陷是指路面在局部路段范围内的下沉,主要是由于路基填土或地基的固结沉降或不均匀沉降所引起。胀起是指混凝土路面板在局部路段范围内的向上隆起,主要是由于路基的冻胀或膨胀土膨胀所引起。

3. 接缝破坏

接缝是水泥混凝土路面的薄弱环节,出现病害的几率大,类型也多。由于施工不当(接缝施作,传力杆设置)或养护不及时,而出现唧泥、错台、拱起、接缝碎裂、填缝料失效等病害。接缝类病害的发生范围虽然是局部的,但往往会引起板块断裂,导致使用寿命迅速降低。

水泥混凝土路面板接缝处的病害,按损坏的形态和影响范围可分为:接缝填缝料损坏、纵向接缝张开、唧泥和板底脱空、错台、接缝碎裂、拱起。

4. 表面损坏

水泥混凝土路面表层类病害包括:磨损、露骨、纹裂、网裂、起皮、活性集料反应、粗集料冻融裂纹以及坑洞等。表层病害虽然仅影响板面层,但对行车的安全与舒适影响较大,并且难以修复。

三、沥青路面常见病害

1. 路面开裂

荷载或环境因素造成了沥青路面的开裂,破坏了路面结构的完整性。其包括横向裂缝、纵向裂缝、龟裂、块裂、推移裂缝等。

2. 路面松散

由于轮胎与路面的作用,导致路面表层材料强度和稳定性部分或全部丧失,如松散、麻面、坑槽等。

3. 路面变形

路面结构仍保持其完整性,但由于材料的稳定性等原因,使路面表面形状发生了变化,如车辙、波浪、拥包、沉陷等。

4. 其他

沥青路面其他病害主要有:修补、泛油、磨光、冻胀翻浆等。

第三节 路基路面病害处治技术发展趋势

一、路基路面病害处治技术的发展

1. 病害处治管理水平日益提高

近些年来,发达国家非常重视公路养护管理系统的建设,已经开发出公路路况诊断检测评估设备,实现对公路信息自动监测与数据的采集工作,建立公路信息管理系统库。这种公路养护管理系统,可以对公路路况实施动态管理,也将公路病害处治管理推向了更高水平。

2. 测试手段和设备进一步提高,检测方法更加合理

室内土工试验仪器精密化、自动化程度的提高,为研究土体的应力历史、应力路径,判别砂土液化的可能性,确定动荷载作用下土强度和变形等提供了条件。土工离心机模拟试验,可直观地显示构筑物因重力引起的应力、应变状态,便于研究其破坏机理,现已应用于研究软土地基上路堤临界高度、路堤沉降分析以及支挡结构物的作用机理等课题中。

其中,利用原位测试手段了解现场土的物理力学状态,克服了取样试验的一些局限性。

3. 处治方案的计算技术与工具不断发展

计算技术的发展促进了对岩土本构关系的研究,国内外出现的上百种非线性弹性、弹塑性土石本构关系模型,使得对土石体的变形和破坏机理的研究翻开了崭新的一页。利用现有计算技术,能方便地对地基土石的物理力学指标进行概率统计处理,为可靠性设计奠定了基础。目前,国内已有多个行之有效的计算机程序,可以完成路基路面的初步设计和施工设计。在不断应用的过程中,相关计算技术必然会日臻完善。

4. 病害处治新技术层出不穷

病害处治技术中,对滑坡的处治除采用重力式挡土墙外,还经历了抗滑桩、仰斜排水孔、锚杆,直至发展到预应力锚索及锚索桩;对软土地基的处治,从采用砂井、反压护道,经历袋装砂井、塑料排水板、真空预压,发展到粉喷桩、旋喷桩及土工合成材料加筋地基;对基床病害的处治经历了换填砂石料、敷设沥青面层、设盲沟排水等措施,发展到普遍应用土工合成材料进行加筋和隔离;边坡防护技术正在从工程防护向绿色生物防护发展。在相应工程中,技术人员可以因时、因地制宜,选用合理的处治方案。

养护和维修会不断使用材料研究的新成果。沥青的新品种如橡胶沥青、推陈出新的掺加剂如聚酯纤维,已在国内外广泛使用。路基建养工程中,较多利用粉煤灰和水淬矿渣等一类工业废料,它们在减轻结构物重量、保护环境、减少投资等方面有独到之处。

养路机械已经脱离了人们心目中简陋、粗笨的传统形象。现代机械的开发不仅需要机电液的一体化,更要满足种类繁多的作业要求。取代人的所有作业,似乎成了养路机械发展的目标。创新贯穿于路面养护机械产品开发(概念—设计—样机—投入使用—改进—定型)的全过程,机械的技术含量、机械化程度越来越高。使用高效施工机械,大大地提高了抢修速度和施工质量。例如传统的综合养护车采用的是标准的热补工艺,车上除热混合料的储存、保温、加热系统外,其他工作主要靠手扶式工具来完成。经过近几年的发展,现代综合养护车增加了再生、加热、搅拌等功能,极大地提高了工效,减轻了工人的劳动强度。

5. 相关规范逐步完善与更新

国外在规范制订上起步早,常规技术规范均已完善;对于我国还在推广期的路面维修技术,如微表处治等技术,美国、日本等国更早制订了技术规范,有力地指导了这些技术的应用,促进了普及与发展。

在调查研究、总结经验、应用科研成果的基础上,我国相继制订和修改了若干有关公路养护及质量评定的规范,逐渐形成了以《公路养护技术规范》为标准,专项技术规范、规程为纲要的养护规范体系。随着我国公路事业的发展,规范也在不断改革和更新。新的《公路养护技术规范》(JTG H10—2009)对1996年版的原规范进行了全面修订,已于2010年1月1日起施行。各专项养护技术规范、规程也更新至如下版本:《公路技术状况评定标准》(JTG H20—2007)、《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1—2001)、《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073.2—2001)、《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)、《公路隧道养护技术规范》(JTG H12—2003)、《公路养护安全作业规程》(JTG H30—2004)。

二、路基路面病害处治技术的发展趋势

1. 病害处治理念将转变——预防性养护技术方兴未艾

20世纪80年代中期,随着发达国家新建公路的建设速度趋于平缓,公路养护工作已被摆在了非常重要的位置。在许多发达国家中,用于路面养护维修工作的费用常常要占到全部道路事业费用的30%~50%。

美国道路业曾对几十万公里不同等级道路进行追踪,发现这些道路的使用性能和寿命有一个共同的变化特征:一条质量合格的道路,在使用寿命75%的时间内性能下降40%,如不能及时养护,在随后的12%的使用寿命时间内,性能再次下降40%,从而造成养护成本大幅度增加。预防性养护实质上是一种周期性的强制保养措施,它有两个主要观点:

①让状态良好的道路保持更长时间,延缓未来的破坏,在不增加结构承载力的前提下改善系统的功能状况。

②在恰当的时间,用合适的方法,在适宜的路段进行养护。

据美国有关部门研究表明,在预防性养护上每投入1美元,可以节省4~6美元的其他养护和改建费用,而道路的服务性能更好。由于预防性养护具有巨大的经济效益和社会效益,人们越来越重视对这种技术的研究与应用。

预防性养护的理念不仅限于指导路面病害处治,同样适用于路基病害处治。随着养护资金不足的压力逐渐缓解,防优于治的思想将得到更多的理解 and 实践。

2. 病害处治技术加速发展

路基路面病害处治技术发展的三个方向:新材料、新工艺和新设备。

1) 新材料

从技术发展的历史来看,材料方面的创新和突破,一直是带动工艺和设备发展的重要动力。例如,沥青一直向乳化沥青和改性沥青两个方向发展。乳化沥青的应用,使各种预防性养护工作可以从热态施工的方法转变为冷态施工;改性沥青和改性乳化沥青的应用,引申出了改性雾状封层、改性石屑封层、改性稀浆封层和改性薄层罩面技术,也促进了施工机械新增功能或提高工效。

2) 新工艺

新工艺反映现场作业人员的需求,促进了新设备的出现,也引领着材料的发展方向。例

如,沥青路面坑槽修补工艺向冷态施工方向的发展,引导了冷态补坑材料的研发。

3)新设备

设备的新发展更好地满足材料和工艺发展的要求,一直是推动设备技术进步的原动力。现代高新技术有向传统机械工业渗透、改造传统机械的趋势。例如,对于沥青路面维护技术来说,一个共同的要求是集料、黏结剂等混合料在组成之间,应保持恒定的比例关系。这一要求使设备产生了如下发展趋势:

- (1)具有很高的行驶速度,而作业速度应由无级调节的液压驱动底盘控制。
- (2)高精度的车速或材料供给向恒速调节或比例调节系统发展。
- (3)由容积式计量向更为精确、标定更加方便的重量式计量系统发展。
- (4)向全自动的计算机监控,包括机器技术状态和作业工况的监控发展。
- (5)作业变量控制可调装置向液压伸缩调节技术方向发展。

3. 可持续发展与环境保护的意识越来越强

公路发展客观上对资源和环境存在影响,因此必须承担更大的社会责任。这就要求在公路养护管理过程中,加快技术更新步伐,谨慎使用自然资源。20 世纪 70 年代第一次石油危机之后,发达国家就普遍推广路面再生利用技术。国际经合组织 1997 年的调查结果显示,美国、欧洲主要发达国家的路面再生利用率普遍在 80% 以上,荷兰、比利时等国甚至达到了 100%。我国在 1996 年版的《公路养护技术规范》中,开始提出“公路养护工作应重视资源节约和环境保护”的要求。在今后一段时期内,我国将积极发展循环经济,着力建设资源节约型和环境友好型社会。在路基路面病害处治方面,积极推广应用沥青混凝土路面冷热再生、水泥混凝土路面破碎利用、边坡生物防护等环保节能的技术工艺,逐步更新和淘汰那些污染高、技术含量低、水平落后的传统工艺和设备,促进公路养护与自然生态的和谐。

第二章 高填方路堤病害处治

第一节 高填方路堤病害类型

一、高填方路堤的定义

路堤是高于原地面的填方路基,其作用是支承路床和路面。路床以下路堤在结构上分为上路堤和下路堤,上路堤是指路面底面以下 0.80 ~ 1.50m 范围内的填方部分;下路堤是指上路堤以下的填方部分,即路面底面以下超过 1.50m 的填方部分。

高填方路堤也称高路堤,《公路路基设计规范》(JTG D30—2004)规定:高边坡路堤与陡坡路堤设计应贯彻综合设计和动态设计的原则。应在充分掌握场地水文地质条件、填料来源及其性质的基础上,综合进行路堤断面、排水设施、边坡防护、地基及堤身处治等的设计。当实际情况有变化时,应及时调整设计,保证路堤稳定。对边坡高度超过 20m 的路堤或地面斜坡坡率陡于 1:2.5 的路堤,以及不良地质、特殊地段的路堤,应进行个别勘察设计;对重要的路堤应进行稳定性监控。据此,高填方路堤与低填方路堤只是一个相对的概念。高填方路堤的稳定不仅与边坡高度有关,也与路堤填料及其性质、边坡坡度、地基所处水文地质状况、路堤压实机具、施工方法等有关。所以说,高填方路堤只是笼统地指填方较高的路堤,见图 2-1。

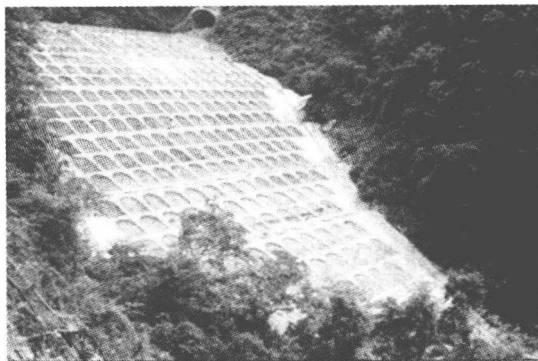


图 2-1 高填方路堤

二、高填方路堤的主要病害

高路堤工程完工后,随着时间的延长与汽车荷载的重复作用,常出现路堤的整体下沉与局部下沉。特别是桥涵结构物台背回填与路基填方交接处、填方与挖方交接处,路堤下沉尤为突出。高填方路堤施工虽然已配备了素质较好的施工队伍,先进的机械设备,施工管理和技术管理严密、质量保证体系健全,并按照《公路路基施工技术规范》(JTG F10—2006)的要求施工。但是,由于公路是线性工程,高填方路堤所处的环境千变万化,所在地段的水文地质情况错综复杂,又暴露在野外环境中,填土的密实与自然的固结都需要时间,且常年受车辆荷载重复作用。因此,在施工过程和工程完工后的车辆营运阶段发生的病害较多,而且较难处治。高填方路堤常见的病害有三类:

- (1)整体下沉或局部沉降。
- (2)路堤不均匀沉降引起的纵横向开裂。
- (3)路堤滑动或边坡坍塌,见图 2-2。

三、高填方路堤沉降

高填方路堤的沉降主要表现为均匀沉降和不均匀沉降。均匀沉降一般发生在路堤所处环境条件基本一致(如路线通过地形、水文地质变化不大,且路堤施工采用的填料、机械设备、施工单位的管理水平和质量控制水平等方面无显著变化)的路段。均匀沉降的沉降量过小,一般不会造成路面破坏,也不影响行车安全和观感效果;但过量的沉降将会导致路面、构造物台背等处出现台阶,引起跳车,路面过早损坏,公路纵面线形不连续,既影响视觉效果又影响行车安全。不均匀沉降一般发生在地形、水文地质和路堤填料发生显著变化和填挖结合部处。路堤的不均匀沉降,必然导致路面断裂、不平整以及构造物两侧路面错台,严重影响公路的质量和行车效果。因此,有效地降低路堤沉降、消除路堤沉降危害已成为公路建设者急需解决的问题。

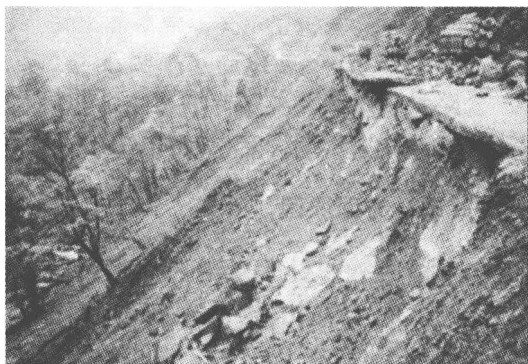


图 2-2 高填方路堤边坡坍塌

1. 工程地质变化处

公路是一条带状构造物,一条公路少则几十公里,多则上百公里,公路沿线的地质不尽相同;加之地基土和路堤填料的工程性质不同,所表现出的强度、压缩沉降量亦不同。当路线通过不良地质,特别是在泥沼地段、流沙、垃圾以及其他劣质土地段填筑路堤,若填筑前未经换土或很好压实,则填筑完成后,原地面土易产生压缩下沉或挤压变形。

2. 地形变化处

路堤填方随地形变化其填方高度也发生显著变化。当路线穿越冲沟、台地时,路堤填方变化在零至几十米范围内,沟谷中心往往填土高度最大,向两端逐渐减低至零。不同的路堤填方高度所发生的沉降亦不同,特别是在填挖交界处,填筑土和原地面土具有不同密实度和不同的沉降量,在荷载作用下出现不均匀沉降,使路堤纵向呈马鞍形。在路线通过地形横坡较大的路段,出现半填半挖断面,填筑土和原地面土密度不同,受施工作业面的限制,导致填筑土和原地面土结合不良而使路基两侧发生不均匀沉降,表现为一侧高一侧低。

3. 水文的影响

地表水、地下水的影响是导致路堤沉降的重要原因之一。黄土、粉土、湿陷性土等在干燥情况下,土体结构性强,承载力大,路堤稳定不变形;在受到水浸泡后,土体结构性迅速破坏,承载力大大降低,导致路堤变形破坏。如新疆地区属干旱荒漠区,年降水量少,一般为几十毫米,但到每年6、7、8月份的降雨高峰,易出现洪水冲蚀、浸泡路堤;农田灌溉、春季融雪也常造成局部路基受水浸泡,导致路堤沉降。

4. 桥涵结构物台背回填段与路基结合处

路桥过渡段和台背沉降是高填方路堤沉降的重要表现形式之一。由于桥涵结构物台背回填受到施工作业面的影响,该段路堤压实往往不如整段路基压实好,工后沉降大,且在台背处,台背一侧为刚性体,路堤一侧为柔性体,结构差异性大,导致不均匀沉降,发生跳车。

在以上诸多因素的影响下,致使高填方路堤发生不同程度的沉降,轻则路面纵向线形不连续,视觉不良,行车不平稳;重则路面开裂、松散形成坑槽,导致路面破坏,严重影响正常行车。

因此,必须认真面对高填方路堤沉降变形问题,在勘察设计、施工、养护管理方面,采取有效措施防止沉降,确保路堤填料、地基土强度符合设计要求。

第二节 高填方路堤病害成因

公路受到自然环境多样性影响,同时也受到路堤本身自重荷载和车辆荷载的作用。能否保证高填方路堤长期稳定,关键取决于设计和施工。

一、设计方面原因

(1)由于路线几何线形指标采用得较高,通过不良地质路段的情况也增多。不良地质地段土基强度低、承载力低,设计处理不当,土基易于产生压缩沉降或挤压位移,导致高填方路堤沉降变形。

(2)路线穿越宽浅游荡性的河床时,路堤与桥梁衔接处填土较高,路堤填筑与桥梁修建所用材料弹性模量相差较大,如过渡段结构设计不合理将导致不均匀沉降,引起桥头跳车。

(3)通道、涵洞铺砌未考虑防水设计,易导致地表水渗透、浸泡路基,使路堤承载力下降而发生沉降变形。

(4)高填方路段纵、横向排水设计考虑不周,易造成路堤两侧长期积水而降低地基承载力,使路堤沉降。

(5)高边坡路堤坡脚防护与加固不妥。如抗滑桩设计的起止点不合理,往往造成起止点处因抗滑力不足,引起路堤下滑而使路堤沉降开裂。

(6)路堤排水系统设计不完善,在路堤范围内排水不良,会引起路堤填土含水率大、土质松软、强度降低、边坡坍塌、堤身沉陷或滑动以及产生冻害等。

二、施工方面原因

(1)路堤施工前,未认真做好临时排水设施建设与永久性排水系统的有机结合(图 2-3),使得路堤排水系统不畅通,长期积水浸泡路堤,致使地基和路基土承载力降低,导致沉降发生(图 2-4)。

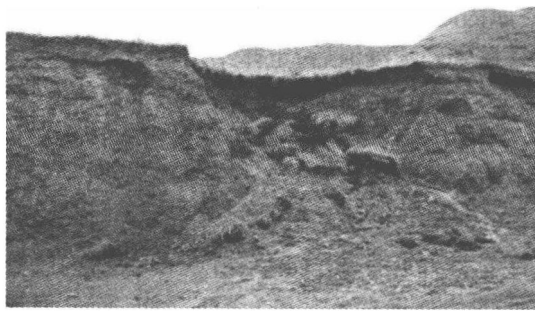


图 2-3 路堤施工前未建立临时排水系统



图 2-4 路堤排水系统不畅通

(2)原地面处理不彻底,如未清除草根、树根、淤泥等不良土质,地基压实度不足等因素,在静、动荷载的作用下,使路堤沉降变形。

(3)不良地质路段未予以处理或处理不当而导致路堤沉降变形。